

Aus der Chirurgischen Klinik B des Universitätsspitals Zürich
(Direktor: Prof. Dr. med. H.U. Buff)

Arbeit unter der Leitung von PD Dr. med. W. Glinz

Die Küntscher-Marknagelung am Humerus

INAUGURAL-DISSERTATION

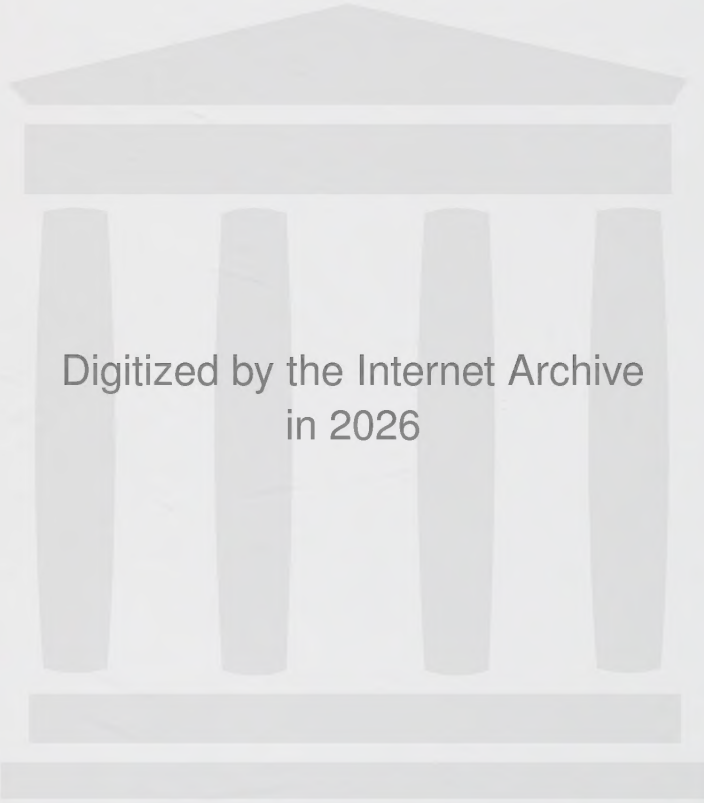
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von

PETER STIERLI
von Zürich

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. H.U. Buff

Zürich 1980



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik B des Universitätsspitals Zürich
(Direktor: Prof. Dr. med. H.U. Buff)

Arbeit unter der Leitung von PD Dr. med. W. Glinz

Die Küntscher-Marknagelung am Humerus

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich



vorgelegt von
PETER STIERLI
von Zürich

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. H.U. Buff

Zürich 1980



Druckerei Feldegg AG

8125 Zollikerberg

1980

Für die Ueberlassung des Themas und die
Hilfe bei dessen Bearbeitung danke ich
Herrn PD Dr. med. W. Glinz ganz herzlich.

Ein grosser Dank gilt meiner Schwägerin
Hanni und meinem Bruder Jürg für die
unermüdliche Schreibarbeit.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. <u>EINLEITUNG</u>	1
1. Allgemeines	1
2. Geschichtliches	1
3. Behandlungsmöglichkeiten	5
II. <u>UEBERBLICK UEBER DAS PATIENTENGUT UND DIE OPERATIONSTECHNIK</u>	6
1. Patientengut	6
2. Indikationen	8
3. Operationstechnik	9
III. <u>DIE KUENTSCHER MARKNAGELUNG BEI HUMERUSSCHAFTFRACTUREN</u>	10
1. Anzahl, Alter und Geschlecht	10
2. Unfallursachen	11
3. Frakturformen und Lokalisation	12
4. Nebenverletzungen (inkl. Radialisparese)	13
5. Operation	17
6. Operationskomplikationen, technische Probleme und Fehler	23
7. Nachbehandlung	25
8. Postoperativer Verlauf	26
9. Metallentfernung	31
10. Nachkontrolle	32

	Seite
IV. <u>DIE KUENTSCHER MARKNAGELUNG BEI HUMERUSSCHAFTPSEUDARTHROSEN</u>	40
1. Anzahl, Alter und Geschlecht	40
2. Unfallursachen	40
3. Frakturformen und Lokalisation	40
4. Primäre Behandlung	41
5. Operation der Pseudarthrose	41
6. Operationskomplikationen, technische Probleme und Fehler	42
7. Nachbehandlung	42
8. Postoperativer Verlauf	43
9. Metallentfernung	43
10. Nachkontrolle	43
V. <u>DIE KUENTSCHER MARKNAGELUNG BEI PATHOLOGISCHEN HUMERUSFRAKTUREN</u>	46
1. Anzahl, Alter und Geschlecht	46
2. Grundkrankheit	47
3. Frakturformen und Lokalisation	48
4. Nebenverletzungen	50
5. Operation	50
6. Operationskomplikationen, technische Probleme und Fehler	52
7. Nachbehandlung	53
8. Postoperativer Verlauf	54
9. Metallentfernung	55
10. Nachkontrolle	55
VI. <u>DISKUSSION</u>	57
VII. <u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	68
VIII. <u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	70
IX. <u>CURRICULUM VITAE</u>	

I. EINLEITUNG

1. Allgemeines

Die Häufigkeit der Humerusschaftfrakturen wird mit einem Prozent aller Knochenbrüche angegeben (12). Bei der Behandlung dieser Frakturen liegt die totale Inzidenz von Pseudarthrosen bei 3-4% (14). Pathologische Frakturen im Humerusschaft scheinen eher selten aufzutreten (19).

Die konservative Behandlung der Humerusschaftfrakturen stand immer im Vordergrund, da sie gute Resultate ergab. Einzig die kurze Schräg- und Querfraktur stellten ein Problem dar, da sie im Hanging-Cast zur Diastase neigen und im Gipsverband oft abgleiten.

Zur operativen Stabilisierung dieser Fraktur wurde am Universitätsspital in Zürich 1962 die Küntscher-Marknagelung eingeführt. Sie sollte die Behandlung dieser problematischen Frakturen für den Patienten und den Arzt vereinfachen (1).

Von 1963 bis 1978 wurden insgesamt nur 113 Marknagelungen am Oberarm vorgenommen, was auf die strenge Handhabung der Indikationenliste zurückzuführen ist.

2. Geschichtliches

Gerhard Küntscher und Richard Maatz veröffentlichten ihr Buch über die Technik der Marknagelung erst 1945, obschon das Manuskript seit 1942 zum Drucke bereit lag. Kriegserische Ereignisse verzögerten die Veröffentlichung immer

wieder, und es gelang den Autoren nicht, wie vorge-
sehen in einem Anhang dazu ihre Erfahrungen über
damals bereits 500 Nagelungen zu veröffentlichen.
Auch war es damals nicht möglich, alle im Buch be-
schriebenen technischen Geräte zu beschaffen, so dass
viel improvisiert werden musste. Trotzdem setzte sich
diese Methode der Knochenbruchbehandlung durch und
wird heute an vielen Kliniken routinemässig eingesetzt.

Der Gedanke, die Markhöhle eines gebrochenen Knochens
mit Fremdkörpern auszufüllen, um eine Heilung in
guter Stellung zu erzielen, war nicht neu. Schon
früher hatte man dazu Metalldrähte und Stifte sowie
Elfenbeinbolzen verwendet. Das Einlegen dieser Fremd-
körper war jedoch nur unter Freilegung der Bruchenden
und der damit verbundenen grossen Gefahr der Infektion
möglich.

Das Wesentliche am Küntscher'schen Verfahren war das
Einführen des Fremdkörpers an einer bruchfernen Stelle
und die damit verbundene Verminderung der Infektions-
gefahr. Der "Küntscher-Nagel" war eine besonders
geformte, sehr stabile Schiene mit U-förmigem Quer-
schnitt, um sich den Innenwänden des Markkanals optimal
anzupassen. Im Prinzip hat Küntscher die Schenkelhals-
nagelung von Smith-Peterson auf die Röhrenknochen aus-
gedehnt.

Als Küntscher das neue Verfahren erstmals auf einem Chirurgenkongress in Berlin bekanntgab, wurde es weitgehend abgelehnt, da man zu Recht befürchtete, der Nagel könnte als Fremdkörper dem Knochen schaden. In Tierversuchen konnte dieser Verdacht nicht bestätigt werden, und nachteilige Wirkungen blieben auch beim Menschen aus.

Küntscher und Maatz beschrieben die neue Methode für den Oberschenkel-, Unterschenkel-, Oberarm- und Unterarmknochen sowie für das Schlüsselbein. Als Nagel für den Oberarm verwendete man Unterschenkelnägels für Kinder mit Längen von 15-27 cm und Durchmessern bis zu 7 mm. Die Nagelung am Oberarm wurde als besonders geeignet beschrieben, da die Einführung des Nagels von proximal wie von distal möglich ist. Wegen der wechselnden Markraumform des Humerus war die Nagelung selten stabil und eine entsprechende Nachbehandlung war erforderlich. Als gute Indikation bezeichneten die Autoren Querbrüche im ganzen Humerusschaft, wobei proximale Frakturen von distal, distale von proximal her genagelt wurden. Weitere spezielle Indikationen waren Brüche mit verzögerter Heilung und Pseudarthrosen sowie pathologische Frakturen.

Der Patient wurde in Vollnarkose auf dem Rücken mit randständiger Schulter gelagert. Bei proximalem Zugang wurde ein fünf Zentimeter langer, längs verlaufender Schnitt über dem Deltamuskel angelegt, darauf die Fasern längs gespalten und der Markkanal mittels

Kronenbohrer eröffnet. Der Nagel, der jetzt ohne Führungsspiess und ohne vorgängiges Aufbohren des Markkanals eingeführt wurde, durfte keinesfalls zu lange sein, damit keine Sperrwirkung auftrat. Die Fraktur wurde manuell durch Zug reponiert. Beim distalen Zugang lag das Bohrloch ca. 2 Zentimeter oberhalb der Fossa olecrani. Das weitere Vorgehen entsprach dem oben Beschriebenen. Als eine mögliche Gefahr dieser Behandlung beschrieb Küntscher die Durchleuchtung, die vor allem das medizinische Personal auf die Dauer belastete.

Als Kontraindikationen für die Nagelung bezeichnete man vor allem den Schock des Patienten und die manifeste Fettembolie.

Das Entfernen des Nagels war bei komplikationslosem Verlauf nach Ablauf eines Vierteljahres vorgesehen. Ueber Schädigungen bei längerer Liegezeit wurde nichts berichtet. Spezielle Ausschlaginstrumente wurden beschrieben.

Trotz der ausführlichen Beschreibung der Technik konnte sich diese Methode am Oberarm nie so recht durchsetzen, vielleicht weil die Komplikationsgefahr von verschiedenen Autoren als zu gross angesehen wurde, vielleicht weil die Nagelung oft primär nicht übungsstabil war.

Damit war der Weg frei, Küntschers Technik weiter zu entwickeln und abgewandelte Methoden zu beschreiben.

3. Behandlungsmöglichkeiten

a) konservativ

Das Prinzip der Behandlung ist die Ruhigstellung, evt. unter Zug, unter Berücksichtigung des Schultergelenks, das sehr rasch versteift ohne entsprechende Mobilisation. Verschiedene Methoden werden in der Literatur beschrieben:

- Hanging-Cast (vor allem Spiralfrakturen)
- Abduktionsschiene
- Desaultverband
- einfache Handschlinge (31)
- "Functional Bracing" (27)

b) operativ

Die Meinungen über die Indikationen zur operativen Behandlung gehen weit auseinander. Es ergeben sich folgende operativen Möglichkeiten:

- Plattenosteosynthese (1, 12, 13, 18, 22, 30)

Das Problem stellt sich in der immer offenen Behandlung und der notwendigen Schädigung des Periostes und der Weichteile im Frakturbereich. Der Nervus radialis wird oft bei der Entfernung der Platte geschädigt (17). Die postoperative Stabilität ist gut (16).

- intramedulläre Fixation nach Rush (25)

Diese Methode wird heute im Bereiche des Humerusschaftes selten angewendet.

- Bündelnagelung nach Hackethal (5, 6, 9, 13, 15, 24)

Hackethal beschrieb 1961 eine neue Methode zur intramedullären Stabilisierung von Frakturen. Der Markkanal wird dabei mit dünnen, langen und elastischen Nägeln gefüllt. Durch Spreizung der Bündelspitze entsteht eine stabile Verspannung der Fraktur. Das Nagel-Bündel hat den Vorteil, sich einem unregelmässigen Markkanal anzupassen. Je nach Lage der Fraktur kann von proximal oder distal genagelt werden.

- Küntscher-Marknagelung

Die Original-Technik wurde im Kapitel "Geschichtliches" beschrieben. Bis heute wurde die Technik verfeinert, vor allem wurde das Ausbohren des Markkanals vor der Nagelung eingeführt.

II. UEBERBLICK UEBER DAS PATIENTENGUT UND DIE OPERATIONSTECHNIK

1. Das Patientengut

Total wurden in den Jahren von 1963 bis 1978 113 Patienten mit einem Humerus-Küntschernagel auf der chirurgischen Universitätsklinik B in Zürich behandelt. Dies ergibt pro Jahr im Durchschnitt 7 Operationen. Uns interessierten bei der Untersuchung dieser Fälle vor allem die Komplikationen während und nach der Operation, sowie die Spätresultate bezüglich Schulter- und Ellenbogenbeweglichkeit.

Von den 113 Patienten konnten wir insgesamt 49 (43 %) nachkontrollieren; 14 (12 %) weitere Patienten beantworteten einen detaillierten Fragebogen und 26 (23 %) waren verstorben. Trotz aller Nachforschungen blieben 24 (21 %) Patienten unbekannt, wobei 14 (12 %) sich im Ausland aufhalten. Bei den restlichen 10 (9 %) konnte, trotz bekannter Adresse, kein Kontakt hergestellt werden. Bei 9 (8 %) der unbekannten oder verstorbenen Patienten konnte der postoperative Verlauf mit Hilfe des Poliklinik-Archivs der Chirurgie B aufgedeckt werden. Damit liegt die Ausbeute der Nachkontrollen, die im Durchschnitt 10 Jahre nach der Operation erfolgte, bei 64 %, während 36 % gestorben waren oder unbekannt blieben.

Bei 44 Patienten (39 %) war die rechte, bei 69 (61 %) die linke Extremität betroffen. Zum Zeitpunkt der Operation war der jüngste Patient 15, der älteste 88 Jahre alt. Männer waren häufiger, nämlich in 66 % der Fälle, vertreten, während die Frauen den Rest von 34 % aller Fälle stellten.

Von unseren 113 Patienten wurden 88 wegen Humerusschaftfrakturen, 19 wegen pathologischen Humerusschaftfrakturen und 6 mit Humerusschaftpseudarthrosen behandelt. In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse der Untersuchungen dieser drei Gruppen streng getrennt behandelt.

2. Indikationsstellung

Wie bereits erwähnt, werden Oberarmschaftfrakturen auf der chirurgischen Klinik B des Universitätsspitals in Zürich in der Regel konservativ behandelt. Da kurze Schräg- und Querfrakturen bei konservativer Behandlung oft Probleme stellen, werden sie mit einem Küntscher-Marknagel versorgt.

Indikationen für die geschlossene Marknagelung:

- Querfrakturen
 - kurze Schrägfrakturen
 - Trümmer- und Stückfrakturen im mittleren Drittel
- } mittlere Hälfte des Schaftes

Oben Genanntes gilt für offene und geschlossene Frakturen!

- Pseudarthrosen
- pathologische Frakturen

Indikationen für die offene Nagelung:

- Reposition der Fraktur geschlossen schwierig oder unmöglich
- Pseudarthrose (mit Spongiosaplastik aus Beckenkamm)
- pathologische Frakturen (mit Palacosplombe)
- ausgedehnte Nervenverletzungen (primäre Radialisparese per se ist keine Indikation zur offenen Operation!)
- Gefässverletzungen

3. Operationstechnik der chir. Klinik B, USZ

(geschlossene Marknagelung von proximal nach Küntscher mit Ausbohren des Markkanals)

Der Patient wird in Vollnarkose auf dem Rücken gelagert. Die Schulter liegt am Rande des Operationstisches, damit mittels Bildwandler eine freie Projektion des Humerus gewährleistet ist. Nach sterilem Abdecken des Operationsgebietes wird ein 3-6 cm langer Hautschnitt lateral des Acromions geführt. Nun wird die Fascie des M. deltoideus scharf durchtrennt, die Fasern des Muskels werden stumpf auseinandergedrängt. Jetzt erfolgt eine kleine Incision der Gelenkkapsel am lateralen oberen Pol des Caput humeri. Bei maximaler Adduktion des Armes wird die Markhöhle im Bereiche des Tuberculum majus möglichst proximal mit dem Pfriem unter Bildwandlersicht eröffnet. In der Folge wird ein dünner, gebogener Führungsspiess in die Markhöhle eingebracht und unter manueller Reposition mit Bildwandlerkontrolle ins distale Fragment vorgestossen. Ist dies soweit gelungen, wird mit steigender Bohrkopfgrösse der Markkanal scharf ausgebohrt. Jetzt wird der Führungsspiess durch einen dickeren, geraden Spiess ersetzt und ein Unterschenkel-Marknagel, der ungefähr einen Millimeter dünner gewählt wird als die zuletzt verwendete Bohrkopfgrösse, darüber eingeschlagen. Zu beachten ist in dieser Phase die Rotationsstellung des Humerus! Die Länge des Nagels wird so gewählt, dass der Nagelkopf etwas unter die Knorpeloberfläche versenkt werden kann und die Nagelspitze distal etwa fünf Zentimeter proximal der Fossa olecrani endet.

Damit ergibt sich keine Spreizung der Fraktur. Nachdem der Führungsspiess entfernt worden ist, bringt man ein Redon-Drain in den Markkanal (Nagel) und verschliesst die Operationswunde schichtweise.

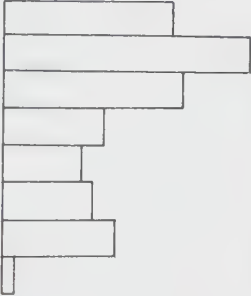
Bis zur Entfernung des Redon-Drains wird der Arm im Desault-Verband ruhiggestellt. Unmittelbar darauf erfolgt die Mobilisation, die dem Operationsergebnis bezüglich Stabilität angepasst wird.

III. KUENTSCHER-MARKNAGELUNG BEI HUMERUSSCHAFTFRAKTUREN

1. Anzahl Patienten, Alter und Geschlecht

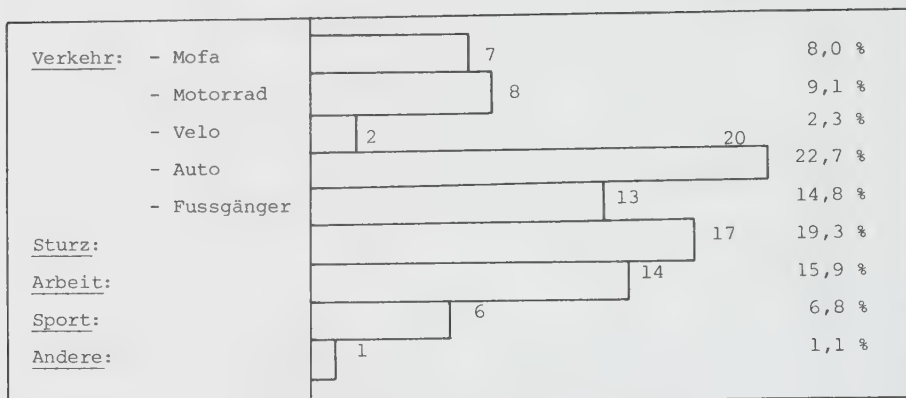
30 Frauen und 58 Männer wurden in den Jahren 1963-1978 operiert. Der jüngste dieser 88 Patienten war 15-jährig, der älteste 88-jährig. Das Durchschnittsalter der Frauen betrug 47,3 Jahre, das der Männer 36,8 Jahre.

Tabelle 1: Altersverteilung

Alter beim Unfall	Frauen	Männer	Total	Verteilung
11 - 20 Jahre	5	10	15	
21 - 30	7	15	22	
31 - 40	2	14	16	
41 - 50	1	8	9	
51 - 60	4	3	7	
61 - 70	5	3	8	
71 - 80	5	5	10	
81 - 90	1	0	1	
Total	30	58	88	
Durchschnittsalter	47,3 J.	36,8 J.	42,1 J.	

2. Unfallursachen

Der Verkehrsunfall steht mit einem Anteil von 57 % an der Spitze der Unfallursachen. Als besondere Gruppe muss man den Sturz betrachten, der mit 19 % immer noch häufiger als der Arbeitsunfall mit 16 % ist. An letzter Stelle folgt der Sportunfall mit 7 %. Ein Fall lässt sich hier nicht einordnen: ein herabgefallener Ast traf den Patienten beim Spazieren am Oberarm.

Tabelle 2: Unfallursachen

3. Frakturformen und Frakturlokalisation

Es handelt sich um 82 geschlossene (93 %) und 6 offene (7 %) Frakturen, wobei bei 54 Patienten (61 %) die linke, bei 34 Patienten (39 %) die rechte obere Extremität betroffen war. 76 % der Frakturen fallen auf das mittlere Drittel, in 81 % der Fälle handelt es sich um reine Querfrakturen.

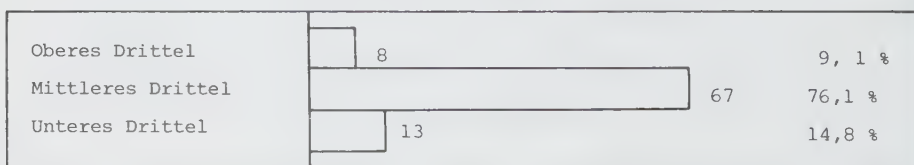
Tabelle 3: Frakturlokalisation

Tabelle 4: Frakturform

quer		71	80,6 %
kurz schräg	5		5,7 %
Trümmer	4		4,6 %
Stück	5		5,7 %
Spiral	3		3,4 %

4. Nebenverletzungen

weitere Frakturen am gleichen Arm:	2	(2,3 %)
weitere Frakturen:	32	(36,0 %)
Mehrfachverletzte:	12	(13,6 %)
Gefäßverletzung (am Oberarm):	1	(1,1 %)
primär totale Radialisparese:	6	(6,8 %)
primär unvollständige Radialisparese:	2	(2,3 %)
Plexuszerrung:	2	(2,3 %)

4.1 Primäre Radialispareesen

Insgesamt lagen 8 primäre Radialispareesen vor (9 %):
 6 total (6,7 %) und 2 teilweise (2,3 %).

Beide unvollständigen Paresen waren unter physikalischer Therapie und Fixation des Unterarmes und der Hand mit einer Nachtschiene innert zwei Monaten verschwunden.

Von den 6 totalen Paresen wurden 4 konservativ (Schiene, physikalische Therapie, Elektrotherapie) behandelt. Diese erhielten sich alle innerhalb von 2 Jahren.

Zwei wurden operativ behandelt, da der Verdacht auf Zerreissung bestand.

Beim ersten Fall war der Nerv auf der Frakturstelle zu 2/3 durchtrennt und wurde mit einem Suralistransplantat überbrückt. In der Nachkontrolle drei Jahre später verzeichnete man nur noch eine leichte bis mittlere Kraft-einbusse im Versorgungsgebiet des Radialis.

Beim zweiten Fall stellte man bei der Operation nur einen gespannten Nerv fest, den man problemlos freilegen konnte. Nach 13 Monaten bestand noch eine Restparese. In der Nachkontrolle nach sieben Jahren war die Funktion des Nervs völlig intakt.

Tabelle 5: primär totale Radialisparese

	1	2	3	4	5	6
Unfallart	Verkehr	Sturz	Verkehr	Sturz	Verkehr	Verkehr
Fraktur	geschlossen mittl. Drittel quer	geschlossen mittl. Drittel quer	offen mittl. Drittel quer	geschlossen mittl. Drittel Trümmer	geschlossen mittl. Drittel quer	geschlossen unt. Drittel Trümmer
Therapie	Radialis- schiene Physiotherapie	Elektro- gymnastik	Radialis- schiene Physiotherapie	Radialis- schiene Physiotherapie	offene Marknagelung mit Suralis- transplantat (Nerv zu 2/3 durchtrennt)	offene Marknagelung und Freilegung des gespannten Nerven
Verlauf	Besserung nach 10 Tagen, später oB	vollständige Erholung nach 15 Monaten	in Nachkontrolle vollständige Erholung (nach 9 Jahren)	Besserung nach 15 Wochen, Patient erscheint nie mehr	in der Nachkontrolle noch mässige Kräfte- einbusse (nach 3 Jahren)	nach 13 Monaten noch Restparese, in Nachkontrolle vollständige Erholung (nach 7 Jahren)

4.2 Gefäße/Nerven

1. Patient, 1939

- Anamnese: Bei einem Motorradunfall zog sich der Patient eine geschlossene Stückfraktur des Humerus im mittleren Schaftdrittel zu. Zusätzlich bestanden ein partieller Ausriss und eine Zerrung des Plexus brachialis neben Rupturen der Arteria und Vena axillaris.
- Therapie:
 - a) offene Küntscher-Marknagelung ohne Ausbohren
 - b) Angioplastik der Arterie mit Venentransplantat aus einer V. axillaris
 - c) Ligatur einer V. axillaris
 - d) Nerventransplantation aus N. suralis
 - e) 5 Wochen Schulter-Armgips
- Resultat: Schulter-/Handfunktion teilweise
Schulterfunktion passiv oB
Zirkulation des Armes oB

2. Patient, 1936

- Anamnese: Bei der Arbeit wurde der Patient von einem schweren fallenden Kübel getroffen. Dabei zog er sich eine geschlossene Stückfraktur im mittleren Schaftdrittel links zu. Daneben bestand ein partieller

Ausriss des Plexus brachialis und weitere andere Verletzungen (Mehrfachverletzter).

- Therapie:

- a) geschlossene Küntscher-Marknagelung links
- b) die Exploration des Plexus brachialis ergab einen Ausriss der Wurzel C5
- c) Radialschiene
- d) Mitella

- Komplikationen: Sudeck-II am linken Handgelenk
10 Wochen postoperativ

- Resultat: irreversible motorische und sensible Störung im Bereiche von C5

- Verlauf: Materialentfernung nach 17 Monaten und Schulterarthrodese.
Weiterer Verlauf unbekannt.

5. Operation

a) Zeitpunkt

Als Frühoperierte bezeichneten wir alle Patienten, die bis und mit drei Tage nach dem Unfall operiert wurden.

Tabelle 6: Zeitpunkt der Operation

Frühoperierte ($\leq$ 3 Tage)	67	(76 %)
Spätoperierte ($>$ 3 Tage)	21	(24 %)
Gründe:		
- andere Verletzungen (inkl. Schock)	14	
- Patient erst später zugewiesen	3	
- Therapie primär erfolglos	4	
= 2 Extensionen		
= 1 Abduktionsschiene		
= 1 Hanging-Cast		

b) Nagelung

geschlossen	82 Fälle (93 %)
offen	6 Fälle (7 %)

Als Indikation für die sechs offenen Nagelungen ergaben sich:

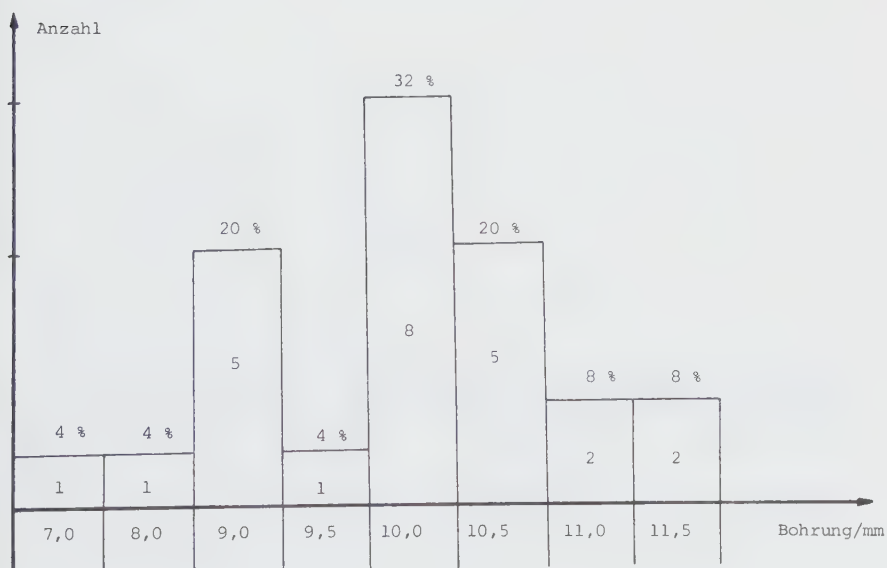
- schwierige Repositionen	3
- Radialisparesen	2
- Gefäßverletzung	1

c) Operationszeit

Die geschlossene Nagelung dauerte im Durchschnitt 65 Minuten, während die offene 89 Minuten in Anspruch nahm (nur Nagelung ohne Eingriffe an Gefäßen und/oder Nerven). Die längste geschlossene Osteosynthese dauerte 170 Minuten, die kürzeste 30 Minuten.

d) Aufbohren, Nageldicke bei Frauen

Aufbohren: Durchschnitt 9,5 mm
 engste Bohrung 7,0 mm
 weiteste Bohrung 11,5 mm

Tabelle 7: weibliche Patienten/Aufbohren des Markkanals

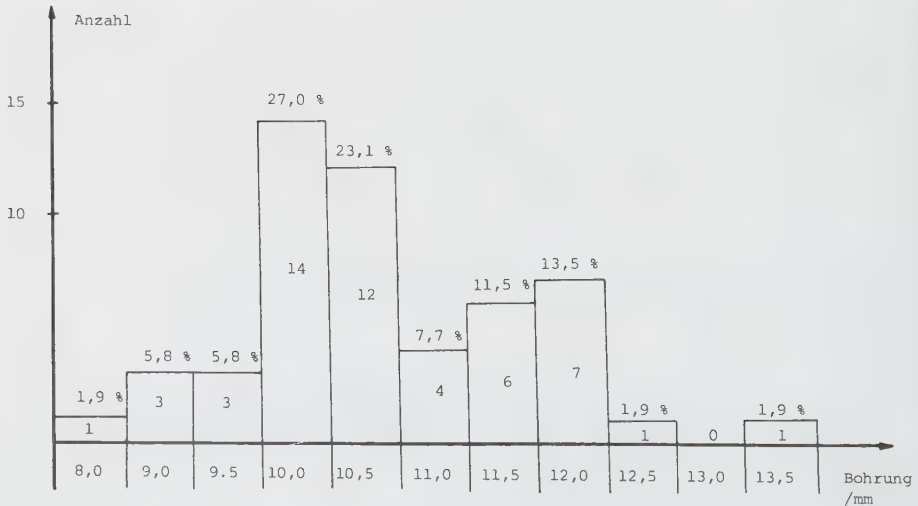
Nageldicke: Durchschnitt	8,5 mm
dünnster Nagel	7,0 mm
dickster Nagel	10,0 mm

Die durchschnittliche Differenz zwischen Nageldicke und Bohrung liegt bei Frauen bei einem Millimeter.

e) Aufbohren, Nageldicke bei Männern

Aufbohren: Durchschnitt	10,5 mm
engste Bohrung	8,0 mm
weiteste Bohrung	13,5 mm

Tabelle 8: männliche Patienten/Aufbohren des Markkanals



Nageldicke: Durchschnitt	9,5 mm
dünnster Nagel	7,0 mm
dickster Nagel	10,0 mm

Die durchschnittliche Differenz zwischen Nageldicke und Bohrung liegt bei Männern bei einem Millimeter.

Bei Männern wurde also im Durchschnitt um 1,0 mm weiter aufgebohrt als bei Frauen. Daraus ergeben sich auch die um 1,0 mm dickeren Nägel, die bei Männern verwendet wurden.

f) postoperative Stabilität (Beurteilung des Operateurs)

Bei 60 Fällen (80 %) ergab sich eine ausreichende bis gute Stabilität der genagelten Fraktur. 15 Operierte (20 %) zeigten eine ungenügende Rotationsstabilität. (Bei 13 Patienten fehlen Angaben).

Bei den rotations-instabil operierten Frakturen fällt auf, dass die durchschnittliche Differenz zwischen Ausbohrung und Nageldicke um 0,5 mm höher liegt (1,5 mm) als beim rotations-stabilen Durchschnitt (1,0 mm).

g) postoperative Stellung

Die postoperative Rotationsstellung konnte nicht nachkontrolliert werden. In allen 88 Fällen (100 %)

war die Achsenstellung gut, eine geringe Diastase der Frakturenden bestand sechsmal (7 %), eine leichte Verkürzung in einem Fall (1 %).

h) weitere Küntscher-Marknagelungen in der gleichen Narkose

Eine zusätzliche Marknagelung wurde bei drei Patienten (3,4 %) vorgenommen:

1. Patient: 17-jährig

Humerus rechts + Tibia rechts
keine Komplikationen
Verlauf unauffällig

2. Patient: 26-jährig

Humerus rechts + Tibia rechts
keine Komplikationen
Verlauf unauffällig

3. Patient: 71-jährig

Humerus links + Tibia rechts
arterielle Hypotonie 7 Stunden postoperativ bei dekompensierter Hypertonie. Tod am 13. Tag postoperativ. Gemäss Sektionsbericht lag eine leichte Blutung der Milz vor. Ausserdem bestand eine geringe Fettembolie der Lungen. Beide Befunde waren offenbar nicht verantwortlich für die unmittelbare Todesursache.

Zusätzlich zwei Marknagelungen wurden bei einem Patienten (1,1 %) vorgenommen:

Patient: 20-jährig

Humerus rechts + Femora bds.
keine Komplikationen
Verlauf unauffällig

6. Operationskomplikationen, technische Probleme und Fehler

a) Operationskomplikationen

Insgesamt beobachteten wir elf Komplikationen (12,5 %), wobei betont werden muss, dass neun dieser Patienten (82 %) später beschwerdefrei wurden, was dem ungefähren Gesamtdurchschnitt entspricht.

- 5 Fälle: (5,7 %) Corticaliskeil an der Einschlagstelle des Nagels ausgebrochen

Verlauf: 3 Fälle: problemlos

1 Fall: es entstand eine Längsfissur bis an die Frakturstelle und die Nagelung musste abgebrochen werden. Durch konservative Behandlung kam es auch hier zu einem guten Resultat.

1 Fall: schalenförmiger Ausbruch. Später hatte der Patient eine schmerzhaft, leicht eingeschränkte Schulterbeweglichkeit.

- 1 Fall: (1,1 %) Corticaliskeil aus dem distalen Frakturstück ausgeschlagen (vgl. Kap. III/8a)

Verlauf: Es entstand die einzige beobachtete Pseudarthrose, die durch eine Spongiosaplastik bei liegendem Nagel erfolgreich behandelt wurde. Es muss noch erwähnt werden, dass diese Nagelung primär rotationsinstabil war.

- 2 Fälle: (2,2 %) aus unklaren Gründen bricht der Bohrkopf vom Bohrer ab

Verlauf: 1 Fall: Bohrkopf konnte entfernt werden. Später keine Probleme.

1 Fall: Bohrkopf konnte nicht entfernt werden. Später keine Probleme.

- 1 Fall: (1,1 %) intraoperativer Herzstillstand bei einem 75-jährigen Patienten
Verlauf: erfolgreiche geschlossene Reanimation.
Später keine Probleme.
- 1 Fall: (1,1 %) unklare, starke Blutung aus dem eröffneten Markkanal
Verlauf: die hämatologische Abklärung blieb erfolglos.
Später keine Probleme.
- 1 Fall: (1,1 %) Ast des N. axillaris durchtrennt
Verlauf: Nervennaht in der gleichen Operation.
Später keine Probleme.

b) technische Probleme

- 1 Fall: (1,1 %) Knochen rachitisch verbogen, Nagelung nur mit dünnem Nagel möglich
Verlauf: Nagelung war rotationsinstabil.
Später keine Probleme.
- 1 Fall: (1,1 %) Nagel konnte nur bis 5 cm distal der Fraktur geschoben werden, da Markhöhle distal sehr eng war
Verlauf: Später keine Probleme.

c) technische Fehler

- 8 Fälle: (9,1 %) Nagel proximal zu lang, d.h. ins Schultergelenk vorstehend
Verlauf: 5 Fälle (63 %) wiesen bei liegendem Nagel eine schmerzhaft eingeschränkte Beweglichkeit im Schultergelenk auf.
Bei 2 Fällen (25 %) dauerten die Beschwerden nach Nagelentfernung an.

3 Fälle (38 %) verloren die Beschwerden
nach Nagelentfernung.

3 Fälle (38 %) hatten nie Beschwerden.

- 1 Fall: (1,1 %) Nagel zu weit nach distal eingeschlagen

Verlauf: Keine Probleme.

7. Nachbehandlung

a) postoperative Fixation

Zur postoperativen Fixation eignen sich je nach Operations-
resultat folgende Behelfsmittel:

- Schlinge (Mitella)
- Desault-Verband
- Oberarm-Gipsschiene

Bis zur abgeschlossenen Wundheilung trugen alle Patienten mit rotationsstabil genagelten Frakturen eine Mitella. Nachher behielten sie die Mitella oder hatten gar keine Fixation mehr. Patienten mit instabilen oder nicht sicher stabilen Frakturen erhielten eine Oberarmgips-schiene oder vorübergehend einen Desault-Verband. Daneben ist es die Angelegenheit des Operateurs, die Frage der postoperativen Fixation individuell zu handhaben.

Tabelle 9: postoperative Fixation

Fixation	Anzahl Patienten	Tragdauer in Wochen (Ø)
Mitella	34 (38,6 %)	2-12 (6)
Desault-Verband	11 (12,5 %)	1-2
OA-Gipsschiene	24 (27,3 %)	1-8 (5)
keine (nach Wundheilung)	19 (21,6 %)	

b) postoperative Mobilisation

Die Mobilisation im Schultergelenk erfolgte nach Redonentfernung. Physiotherapie unter Anleitung wurde nur bei 38 Patienten (43,2 %) durchgeführt (Bewegung, Schwimmen, Fango, Massage).

8. Postoperativer Verlaufa) Komplikationen

- 2 Fälle: (2,2 %) Fraktur bei liegendem Nagel distal der Nagelspitze durch erneutes Trauma (supracondyläre Fraktur)

Verlauf: 1 Fall: Fraktur 12 Monate postoperativ:
Hanging-Cast für 7 Wochen.
Später keine Probleme.

1 Fall: Fraktur 5 Monate postoperativ:
Kirschner-Drahtextension.
Später keine Probleme.

- 1 Fall: (1,1 %) Pseudarthrose
(bei der Nagelung wurde ein Cortikaliskeil aus dem distalen Fragment herausgeschlagen (vgl. Kap. 6a))

Verlauf: Spongiosaplastik unter Belassung des Nagels.
Später keine Probleme (vgl. Kap. III/8b).
- 1 Fall: (1,1 %) verzögerte Frakturheilung

Verlauf: ein 5 Monate postoperativ angefertigtes Röntgenbild liess an eine Pseudarthrose denken. Darauf entzog sich der Patient jeglicher ärztlichen Behandlung. In der Nachkontrolle war die Fraktur bei noch liegendem Nagel völlig durchgebaut (5 Jahre später).
- 2 Fälle: (2,2 %) Nagelwanderung nach proximal

Verlauf: 1 Fall: trotz Schmerzen bei 10 Tage postoperativ um 2 cm vorstehendem Nagel im Schultergelenk nur Physiotherapie. Später hatte der Patient trotz Nagelentfernung leichte Beschwerden im Schultergelenk.

1 Fall: operatives Versenken des um 2 cm vorstehenden Nagels, 1 Monat nach der Operation. Später keine Probleme (vgl. Kap. III/8b).
- 1 Fall: (1,1 %) Diastase der Frakturenenden von 5 mm

Verlauf: Stauchung des Humerus in Narkose. Später keine Probleme (vgl. Kap. III/8b).
- 1 Fall: (1,1 %) sekundäre Radialisparese

Verlauf: mühsame geschlossene Reposition einer Querfraktur im unteren Drittel (Grenzindikation). Vollständige Erholung des Nervs innerhalb eines Jahres durch physikalische Therapie.

- 1 Fall: (1,1 %) Sudeck'sche Dystrophie
 Verlauf: Sudeck II im Bereiche des Handgelenks der operierten Extremität 10 Wochen postoperativ (zusätzlich Plexusausriss und mehrere andere Verletzungen (vgl. Kap. III/4.2)).
- kein Fall: Es traten keine schweren Weichteilinfekte und keine Infektionen am Knochen oder Knochenmark auf. Ein kleiner Teil der Patienten wurde präoperativ antibiotisch abgesichert.

b) Zweiteingriffe am Oberarm

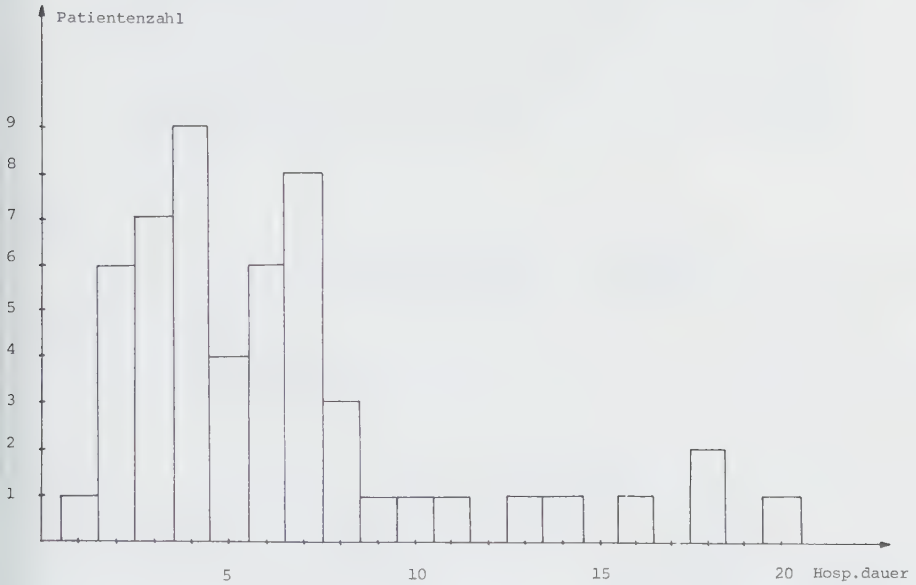
3 Zweiteingriffe (3,4 %) mussten vorgenommen werden:

- (i) 1 Spongiosaplastik wegen Pseudarthrose (vgl. Kap. III/8a)
- (ii) 1 Stauchung der Fraktur wegen Diastase (vgl. Kap. III/8a)
- (iii) 1 Versenken des Nagelkopfes, der sich in das Schultergelenk vorgearbeitet hatte (vgl. Kap. III/8a)

c) Hospitalisationsdauer (nur Humerusnagelung)

Der Durchschnitt für die Zeit der Hospitalisation liegt bei 6 1/2 Tagen. Die Aufenthaltsdauer schwankt zwischen 1 und 21 Tagen. Berücksichtigt sind nur reine Küntscher-Marknagelungen des Humerus.

Tabelle 10: Hospitalisationsdauer (in Tagen)



d) Arbeitsunfähigkeit (ohne allfällige spätere Material-entfernung)

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit konnte nur bei einem Teil der Patienten eruiert werden. Sie bezieht sich nur auf die Oberarmfrakturen. Der Durchschnitt beträgt 10 Wochen bei einem Minimum von 1 Woche bis zum Maximum von 32 Wochen.

e) Beschwerden bei liegendem Nagel

Wir können die Frage nach Beschwerden bei liegendem Nagel bei 79 Patienten (89,8 %) aus den Krankengeschichten und der persönlichen Anamnese beantworten. 9 Patienten (10,3 %) bleiben in diesem Punkte unklar. Von diesen 79 Patienten haben total 35 (44,3 %) Beschwerden im Bereiche der operierten Extremität.

Tabelle 11: Beschwerden bei liegendem Nagel

Art der Beschwerden	Patientenzahl
keine Beschwerden Beweglichkeit in Schulter und Ellenbogen oB	44 (55,7 %)
schmerzhaft eingeschränkte Beweglichkeit der Schulter (va Abduktion eingeschränkt um max. 20 - 30°)	25 (31,6 %)
eingeschränkte Beweglichkeit der Schulter ohne Schmerzen (va Abduktion eingeschränkt um max. 20 - 30°)	9 (11,4 %)
schmerzhaft eingeschränkte Beweglichkeit in Schulter und Ellenbogen	1 (1,3 %)

9. Die Metallentfernung

Bei 79 Patienten (89,8 %) konnten wir mit Hilfe der Krankengeschichten feststellen, ob der Nagel entfernt wurde. Bei den restlichen 9 Patienten bleibt dies ungewiss (vgl. Kap. III/8e). Von den 79 Marknägeln wurden 55 (69,6 %) nach durchschnittlich 16 Monaten Liegezeit entfernt. 24 Patienten (30,4 %) behielten den Nagel bis heute.

a) Zeit zwischen Marknagelung und Nagelentfernung

Die durchschnittliche Liegezeit betrug 16 Monate mit einem Minimum von 3 und einem Maximum von 48 Monaten.

b) Operationszeit für die Nagelentfernung

Durchschnittlich: 55 Minuten (im Vergleich dazu das Einschlagen des Nagels: 65 Minuten).

Die schnellste Materialentfernung dauerte nur 10, die langsamste jedoch 160 Minuten.

Zwischen der Operationszeit für die Metallentfernung und der Nagelliegezeit konnte kein Zusammenhang gefunden werden.

c) Hospitalisationsdauer für Metallentfernung

Sie variiert zwischen 1 und 10 Tagen und beträgt im Durchschnitt 4 Tage (im Vergleich dazu die Hospitalisationsdauer für die Nagelung: 6,6 Tage).

d) Komplikationen bei der Nagelentfernung

- 6 Fälle: (7,6 %) Schwierigkeiten, den gut versenkten Nagelkopf zu finden

(Operationszeit im Durchschnitt 130 Minuten)

Verlauf: 2 Fälle: leicht schmerzhaft eingeschränkte Beweglichkeit im Schultergelenk in der Nachkontrolle (vgl. Kap. 10 c)

e) Arbeitsunfähigkeit nach der Materialentfernung (100%-ige)

Wiederum konnten viele Patienten in diesem Punkte nicht erfasst werden, da die Angaben fehlten. Angaben lagen bei 38 Patienten vor.

Durchschnitt:	3,7 Wochen (nach Nagelung 10 Wochen)
Minimum:	1 Woche
Maximum:	12 Wochen

10. Nachkontrolle

Insgesamt konnten 61 Patienten (69,3 %) nachkontrolliert werden, 45 (51,1 %) durch persönliche Untersuchung, 12

(13,6 %) durch die Beantwortung eines Fragebogens und 4 (4,6 %) mit Hilfe des Archivs der chirurgischen Poliklinik B. Die Untersuchungen erfolgten im Durchschnitt 10 Jahre nach der primären Behandlung. (Die folgenden Prozentzahlen beziehen sich auf die 61 nachkontrollierten Patienten!)

a) Definitionen

(bezogen auf die 0-Durchgangsmethode)

"Schmerzen in der Schulter" bedeutet:

Gelenkschmerzen bei extremen Bewegungen (Ruhe-schmerzen konnten wir bei keinem Patienten beobachten)

"leichte Einschränkung der Schulterbeweglichkeit" bedeutet:

Behinderung vor allem der Abduktion, aber auch der Flexion um maximal 20 - 30°

"mittlere Einschränkung der Schulterbeweglichkeit" bedeutet:

Behinderung vor allem der Abduktion, aber auch der Flexion um maximal 50°

Normalwerte der Schulterbeweglichkeit:

Flexion/Extension (Ante-/Retroversion)	170-0-40°
Ab-/Adduktion (Seitwärtselevation)	180-0-40°
Innen-/Aussenrotation	90-0-60°

b) Patienten, die bei liegendem Nagel Beschwerden hatten

Diese 23 Fälle (37,7 %) (vgl. Kap. III/8e) interessierten bezüglich Entwicklung der Beschwerden nach Nagelentfernung. Aus verständlichen Gründen wurde allen diesen Patienten (100 %) der Nagel entfernt. Nach diesem Eingriff hatten 10 Patienten (43,5 %) immer noch Beschwerden, während 13 (56,5 %) keinerlei Probleme mehr hatten. Die erwähnten Beschwerden bedeuten eine zum Teil schmerzhafteste, immer aber nur "leicht eingeschränkte Beweglichkeit" im Schultergelenk.

Mit anderen Worten: Patienten mit Beschwerden im Schultergelenk bei liegendem Nagel haben nur eine Chance von ca. 57 %, dass sie nach Materialentfernung beschwerdefrei werden. Die durchschnittliche Nagel-liegezeit bei Patienten mit bleibenden Beschwerden nach Entfernung des Nagels lag bei 16 Monaten, bei der Gruppe mit Beschwerdefreiheit nach Entfernung des Fremdkörpers bei 13 Monaten.

Wesentlich erschien uns noch die Zeit zwischen Materialentfernung und Nachkontrolle zu sein, um feststellen zu können, ob vielleicht die Schultergelenke der Patienten mit bleibenden Beschwerden zu wenig Zeit hatten, sich zu erholen. Aber auch hier konnte kein Zusammenhang gefunden werden.

c) Patienten, die bei liegendem Nagel keine Beschwerden hatten

Der Rest von 38 Patienten (100 %) zeigte bei liegendem Nagel keinerlei Beschwerden. 14 davon (36,8 %) behielten

den Nagel weiterhin beschwerdefrei. 22 (57,9 %) liessen den Nagel entfernen und waren weiterhin ohne Beschwerden.

2 (5,3 %) liessen den Nagel ebenfalls entfernen und hatten erst danach Beschwerden:

Fall 1: leicht schmerzhaft eingeschränkte Schulterbeweglichkeit (die Nagelentfernung war schwierig, da man den Nagelkopf suchen musste. Operationsdauer: 140 Minuten) (vgl. Kap. III/9d).

Fall 2: leicht schmerzhaft eingeschränkte Schulterbeweglichkeit (die Nagelentfernung war schwierig, da man den Nagelkopf suchen musste. Operationsdauer: 160 Minuten) (vgl. Kap. III/9d).

Alle Patienten, die in der Nachkontrolle Beschwerden im Schultergelenk zeigten, hatten entweder bereits bei liegendem Nagel Beschwerden und sich aus diesem Grunde den Nagel entfernen lassen oder machten Probleme bei der Nagelentfernung, indem man Mühe hatte, den Nagelkopf zu finden. Beide Probleme zusammen zeigte kein Patient!

Tabelle 12: Schulterbeschwerden in der Nachkontrolle
vgl. Kap. III/10a)

Schulterbeweglichkeit	Nagel in situ	Nagel entfernt	Total
frei	14 (23,0 %)	35 (57,4 %)	49 (80,4 %)
leicht reduziert	0	12 (19,6 %)	12 (19,6 %)
mässig reduziert	0	0	0
stark reduziert	0	0	0
Schmerzen	0	12 (19,6 %)	12 (19,6 %)

d) Stellung klinisch

Bei 59 Patienten (96,7 %) war klinisch keine Fehlstellung festzustellen. Zwei Patienten (3,3 %) hatten eine Innenrotationsfehlstellung von 20 - 30°, die die Patienten subjektiv jedoch absolut nicht zu stören vermochte, "im Gegenteil konnten sie sich besser den Rücken waschen!"

Beide Osteosynthesen wurden postoperativ von den Operateuren als nicht-rotationsstabil bezeichnet und erhielten eine entsprechende postoperative Behandlung. Trotzdem entstand die leichte Rotations-Fehlstellung.

e) Wetterfühligkeit

12 Patienten (20 %) verspürten das Wetter entweder an der alten Bruchstelle selbst oder aber im Bereiche des Schultergelenks. Subjektiv empfanden die Patienten dies jedoch nicht als Nachteil. Der liegende Nagel verursachte diese Missempfindungen nicht häufiger!

f) Narbe

16 Narben (26 %) waren kosmetisch störend, indem sie sehr breit, zum Teil etwas gerötet und oft leicht

erhaben (hypertroph) waren. Vor allem bei Frauen war dies eine häufige Klage (schulterfreies Kleid).

Ein Keloid konnte in keinem unserer Fälle beobachtet werden.

g) Armdurchblutung

Ueber einen "kalten Arm" klagte kein Patient.

h) Sensibilitätsstörungen

2 Fälle (3 %): Fall 1: zeitweise leichte Parästhesien auf der dorsalen Seite des Vorderarmes (Motilität oB, Radialis immer oB).

 Fall 2: zeitweise leichte Parästhesien im Bereiche des volaren Kleinfingers (Motilität oB, Ulnaris immer oB).

i) rohe Kraft im Arm

Objektiv leicht herabgesetzt bei 6 Patienten (10 %). Nur einer dieser Patienten hatte eine Radialisparese in der Anamnese (vgl. Kap. III/4a).

k) Paresen

Es konnte keine Parese beobachtet werden. Alle anamnestischen Paresen waren verschwunden.

1)1) Arbeitsfähigkeit

Alle 61 nachkontrollierten Patienten waren 100 % arbeitsfähig.

m) subjektive Beurteilung der Behandlung durch die Patienten

3 Patienten (5 %) waren nicht zufrieden; zweimal aus kosmetischen Gründen (vgl. III/10f) und einmal wegen der ertragenen Schmerzen bei liegendem Nagel.

Kein Patient war bei der Nachkontrolle erheblich gestört. Das funktionelle Resultat von allen Patienten kann also als gut bezeichnet werden.

Tabelle 13: vereinfachte Zusammenfassung der Resultate der Nachkontrolle

	normal	gestört	nein	ja
Schultergelenk	49 (80 %)	12 (20 %)		
Stellung: Rotation	59 (97 %)	2 (3 %)		
Achse	61(100 %)	0		
Wetterfühligkeit			49 (80 %)	12 (20 %)
störende Narbe (kosmetisch)			45 (74 %)	16 (26 %)
Keloid			61(100 %)	0
"kalter Arm"			61(100 %)	0
Sensibilitätsstörungen			59 (97 %)	2 (3 %)
rohe Kraft reduziert			55 (90 %)	6 (10 %)
Paresen			61(100 %)	0
Arbeitsfähigkeit 100 %			61(100 %)	0

Tabelle 14: Zusammenfassung von 88 Marknagelungen nach
Küntscher bei Humerusschaftfrakturen

primäre Radialisparese	9,0 %
primäre Plexusverletzungen	2,3 %
primäre Gefäßverletzungen	1,1 %
sekundäre Radialisparese	1,1 %
Pseudarthrosen	1,1 %
primäre Heilung	98,9 %
schwere Weichteilinfekte	0
Osteitis/Osteomyelitis	0
verzögerte Heilung	1,1 %
Sudeck-Knochendystrophie	1,1 %
Fettembolie	0
Nagelwanderung	2,3 %
Fraktur bei Nagel in situ	2,3 %
zweiter Eingriff nötig	3,4 %
Infekte nach Materialentfernung	0
sekundäre Radialisparese nach Metallentfernung	0
funktionelles Resultat gut	80,4 %
leicht reduziert	19,6 %
mässig reduziert	0
stark reduziert	0
Ellenbogenbeweglichkeit eingeschränkt	0
Achsenfehlstellung	0
Rotationsfehlstellung	3,4 %

IV. KUENTSCHER MARKNAGELUNG BEI HUMERUSSCHAFTPSEUDARTHROSEN

1. Anzahl, Alter und Geschlecht

Zwischen 1963 und 1978 wurden auf der chirurgischen Klinik B des Universitätsspitals in Zürich sechs Pseudarthrosen des Humerusschaftes durch eine Marknagelung nach Küntscher behandelt. Es handelte sich ausschliesslich um Männer im Alter zwischen 22 und 42 Jahren (im Durchschnitt: 33,8 Jahre).

2. Unfallursachen

Drei Patienten zogen sich die Humerusfraktur bei einem Sturz zu; ein weiterer Unfall ereignete sich im Militärdienst beim Umkippen eines Schützenpanzers, eine Fraktur entstand durch einen Sportunfall, und bei einem weiteren Patienten ist der Unfallmechanismus nicht bekannt.

3. Frakturformen und -lokalisation

Alle Frakturen waren im mittleren Drittel des Humerusschaftes (zweimal rechts (33 %) und viermal links (67 %)) lokalisiert. Zweimal handelte es sich um eine quere, zweimal um eine kurze schräge Fraktur. Ausserdem gab es eine Spiral- und eine Stückfraktur.

4. Primäre Behandlung und deren Komplikationen

- Fall 1: Küntscher-Marknagelung in Zürich (vgl. Kap. III/6a).
Dabei wurde ein Corticaliskeil aus dem distalen Fragment geschlagen. Ausserdem war die Fraktur rotationsinstabil genagelt. Trotzdem erhielt der Patient nur eine Mitella.
- Fall 2: Verschraubung der kurzen Schrägfraktur (ohne Platte).
Dabei kam es zu einer sekundären Radialisparese.
- Fall 3: Cerclage einer Spiralfaktur.
- Fall 4: Hanging-Cast bei einer Stückfraktur, nachdem der Patient die vorgeschlagene Marknagelung verweigert hatte.
- Fall 5: Hanging-Cast bei einer kurzen Schrägfraktur.
- Fall 6: 6 Wochen Olecranon-Kirschner-Extension und 6 Wochen Abduktionsgips.

Alle Patienten wurden durchschnittlich 5,7 Monate nach der primären Behandlung mit Pseudarthrosen im mittleren Schaftdrittel der Küntscher-Marknagelung zugewiesen. Ausserdem bestanden bei zwei Patienten sekundäre Radialisparesen. Drei Pseudarthrosen (50 %) gingen aus primär konservativer Behandlung hervor. Eine sekundäre Radialisparese entstand nach einer offenen Operation, eine nach konservativer Behandlung.

5. Operation der Pseudarthrosen

Beim Patienten mit einem Marknagel wurde eine Spongiosaplastik unter Belassung des Nagels durchgeführt (Fall 1).

Zwei Fälle wurden geschlossen genagelt (Fall 4 und 5), während die beiden Patienten mit sekundären Radialisparesen (Fall 2 und 6) offen genagelt wurden in Verbindung mit Spongiosaplastik und Neurolyse.

Die durchschnittliche Operationszeit (inkl. Neurolyse) betrug 132 Minuten.

6. Operationskomplikationen, technische Probleme und Fehler

Fall 3 war ganz speziell gelagert:

Status nach Volkmann'scher Kontraktur und Osteomyelitis vor ungefähr 40 Jahren. Dadurch war man gezwungen, einen ganz dünnen Nagel zu verwenden ($\emptyset$ 6 mm), der sich nach 12 Monaten nach proximal herausgearbeitet hatte und eine Umnagelung nötig machte.

7. Nachbehandlung

- 3 Patienten erhielten nur eine Mitella
- 1 Patient musste während zwei Wochen einen Desault-Verband tragen
- 2 Patienten trugen Oberarmgipsschienen während mindestens sechs Wochen.

Alle Schulter- und Ellenbogengelenke wurden so früh als möglich mobilisiert, da die Immobilisation bei allen Patienten schon über Monate bestanden hatte.

8. Postoperativer Verlauf

Fall 6 zog sich knapp vier Monate nach der Marknagelung der Pseudarthrose durch Sturz eine Refraktur und Nagelverbiegung zu. Es wurde sofort geschlossen umgenagelt.

Die Hospitalisationsdauer betrug im Mittel 12,6 Tage (inkl. Komplikationen).

9. Metallentfernung

In fünf Fällen wurde der Nagel nach durchschnittlich 14 Monaten entfernt. Es traten dabei keine nennenswerten Komplikationen auf und die Operationszeit betrug im Mittel 40 Minuten.

10. Nachkontrollen

3 Patienten (50 %) konnten wir persönlich nachkontrollieren, während 2 Patienten (33 %) einen detaillierten Fragebogen beantworteten. Der sechste Patient schliesslich war nach Unbekannt ins Ausland abgereist; seine Krankengeschichte konnte aber im Archiv der chirurgischen Poliklinik B über längere Zeit verfolgt werden. Die Nachuntersuchung erfolgte nach durchschnittlich 8,2 Jahren.

Die knöcherne Heilung der Pseudarthrose erfolgte bei allen Patienten (100 %); 4 davon (67 %) waren absolut beschwerdefrei, während Fall 3 eine mässige Einschränkung der Schulterbeweglichkeit (vgl. Kap. III/10a) angab.

Fall 4 klagte über eine leichte Einschränkung im Schultergelenk. Beide sekundären Radialispareesen waren völlig zurückgebildet und alle Patienten waren subjektiv mit der Zweitbehandlung sehr zufrieden.

Tabelle 15: Zusammenfassung der 6 Pseudarthrosefälle

Fall	1	2	3	4	5	6
Alter (in Jahren)	32	22	38	41	42	28
Fraktur vor (Monate)	6	4	5	12	4	3
Frakturtyp + -lokalisation	quer mittl.	schräg mittl.	spiral mittl.	Stück mittl.	schräg mittl.	quer mittl.
Nebenverletzungen	--	--	--	--	--	--
Primäre Therapie	Küntscher Nagel	Verschrau- bung	Cerclage	Hanging- Cast	Hanging- Cast	6 Wochen Extension und 6 Wochen Abd.gips
Komplikationen	Corticalis keil abge- rissen	sek. Radialis- parese	--	--	--	sek. Radialis- parese
Jetzige Therapie	Spongiosa- plastik bei gleichem Nagel	offene Nagelung Spongiosa- plastik Neurolyse	geschl. Nagelung	geschl. Nagelung	geschl. Nagelung	offene Nagelung Spongiosa- plastik Neurolyse
Op.dauer (min.)	?	300	110	80	65	105
Hospitalisations- dauer (Tage)	7	21	19	9	7	9
Weitere Therapie	Abd.- schiene für 6 Wochen	Schlinge	OA-Schiene Umnag. nach 12 Mten	Desault für 2 Wochen	Schlinge	Schlinge Umnag. nach 4 Mten
Mat.entfernung (Mte)	nach 22	nach 9	nach 20	nach 9	Ø	nach 10
Resultat	gut	gut Radialis oB	Schulter mässig eingeschr.	Schulter leicht eingeschr.	gut	gut Radialis oB

V. KUENTSCHER-MARKNAGELUNG BEI PATHOLOGISCHEN HUMERUSSCHAFT-FAKTUREN

1. Anzahl, Alter, Geschlecht

19 pathologische Oberarmfrakturen wurden von 1963 bis 1978 auf der chirurgischen Universitätsklinik B in Zürich mit einem Küntscher-Marknagel stabilisiert.

Tabelle 16: Altersverteilung

Alter bei Fraktur	Frauen	Männer	Total	Verteilung
11 - 20 Jahre	0	0	1	
21 - 30	0	0	0	
31 - 40	0	0	0	
41 - 50	1	1	2	
51 - 60	3	1	4	
61 - 70	2	5	7	
71 - 80	2	2	4	
81 - 90	0	1	1	
Total	8 (42 %)	11 (58 %)	19	
Durchschn.alter	60,3	62,1		

Der jüngste Patient war 15-, der älteste 88-jährig, wobei die Altersverteilung einen Gipfel bei den 60 - 70-jährigen zeigt. Das Durchschnittsalter liegt sowohl bei den Frauen wie bei den Männern bei 60 Jahren. Wenn man die Knochencyste eines 15-jährigen männlichen Patienten nicht berücksichtigt, also nur maligne Erkrankungen und den Morbus Paget miteinbezieht, liegt das Durchschnittsalter bei den Männern um 7 Jahre höher als das bei den Frauen. Verantwortlich dafür ist das Mammacarcinom.

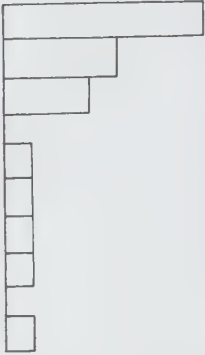
42 % dieser Patienten waren Frauen, 58 % Männer.

2. Grundkrankheit

Den Hauptanteil mit sieben Fällen (36,8 %) stellte das Mammacarcinom. Dies bedeutet, dass 88 % der Frauen mit einer frakturierten Humerusmetastase an einem Mammacarcinom litten. In allen Fällen war der Primärtumor seit längerer Zeit bekannt (1 - 10 Jahre).

Es folgten erstaunlicherweise der M. Paget mit 4 (21 %) und das Plasmocytom mit 3 Fällen (15,8 %). Mit je einem Fall (5,3 %) waren das Prostata-, das Bronchus-, das Larynx- und das Nierencarcinom (Hypernephrom) vertreten. Der 15-jährige Patient mit einer frakturierten Knochencyste wurde bereits erwähnt.

Tabelle 17: Grundkrankheiten

	Frauen	Männer	Total	Verteilung
Mammapcarcinom	7	0	7	
Morbus Paget	1	3	4	
Plasmocytom (multiples Myelom)	0	3	3	
Prostatacarcinom	0	1	1	
Bronchuscarcinom	0	1	1	
Larynxcarcinom	0	1	1	
Nierencarcinom (Hypernephrom)	0	1	1	
Knochencyste (benigne)	0	1	1	

3. Frakturformen und Lokalisation

11-mal (57,9 %) war der linke, 8-mal (42,1 %) der rechte Humerus befallen. Wie oft auch in der gegenüberliegenden oberen Extremität Metastasen zu finden waren, konnten wir aus den Krankengeschichten nicht herausfinden.

Tabelle 18: Frakturlokalisation

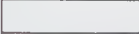
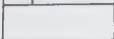
Lokalisation	Fälle	
Oberes Drittel	3 (15,8 %)	
Mittleres Drittel	11 (57,9 %)	
Unteres Drittel	5 (26,3 %)	

Tabelle 19: Frakturformen

Formen	Fälle	
quer	11 (57,9 %)	
schräg	3 (15,8 %)	
Stückfraktur	1 (5,3 %)	
ausgedehnte Lyse	4 (21,0 %)	

4. Nebenverletzungen

Bei einer Frau mit einem schwer metastasierenden Mammacarcinom trat mit der pathologischen Humerusfraktur auch eine pathologische Femuerfraktur auf. Dabei bestand noch eine Protrusio acetabuli auf der gleichen Seite. Beide Frakturen wurden in der gleichen Operation offen genagelt (vgl. Kap. V/5d).

Primäre Nervenparesen konnten nicht beobachtet werden.

5. Operation

a) Technik

Bei 12 Patienten (63 %) wurde die Nagelung geschlossen durchgeführt. Die 7 restlichen Fälle (37 %) wurden offen behandelt, um die pathologische Fraktur mit einer Palacosplombe zusätzlich zu stabilisieren. Offen wurde nur operiert bei metastasierenden, malignen Prozessen.

b) Ausbohrung, Nageldicke

Im Durchschnitt wurde auf 11,0 mm aufgebohrt (Minimum: 8,5 mm, Maximum: 14,5 mm) und eine Nageldicke von 10,0 mm gewählt (Minimum: 8,0 mm, Maximum: 13 mm). Dies ergibt die übliche Differenz von 1,0 mm.

c) Operationszeit

Diese betrug im Mittel für geschlossene Eingriffe 56 Minuten (Minimum: 30, Maximum: 80 Minuten), für offene Eingriffe 108 Minuten (Minimum: 56, Maximum: 160 Minuten).

d) Weitere Küntscher-Marknagelungen während der gleichen Operation

1. Patient: 52-jährig

Humerus rechts und links bei pathologischer Fraktur rechts und ausgedehnter Metastasierung links bei Mamma-Ca. Keine Komplikationen. Unauffälliger Verlauf.

2. Patient: 48-jährig

Humerus rechts und Femur links bei pathologischer Fraktur wegen ausgedehnter Skeletmetastasierung eines Mamma-Ca. Keine Komplikationen. Verlauf unauffällig.

e) Postoperative Stellung

Die postoperative Stellung war in allen Fällen zufriedenstellend. Zweimal (11 %) entstand eine Dislocatio at latus um halbe Schaftbreite.

f) Postoperative Stabilität

(nach Angaben des Operateurs)

Insgesamt vier Nagelungen (21 %) waren nicht rotationsstabil, zwei nach offener, zwei nach geschlossener Operation. Dies erforderte eine entsprechende postoperative Fixation.

6. Operationskomplikationen, technische Probleme und Fehlera) Operationskomplikationen

Gesamthaft 4 Fälle (21 %):

- 1 Fall: (5,3 %) subcapitale Spiralfaktur beim Vortreiben des Nagels
 (Differenz Aufbohren/Nageldicke: 0,5 mm)
 Verlauf: die Nagelung war rotationsstabil und eine entsprechende Nachbehandlung wurde verordnet
- 1 Fall: (5,3 %) Nagelspitze perforierte die Compacta oberhalb des Ellenbogens
 Verlauf: unauffällig
- 2 Fälle (11,6 %) Corticalisausbruch an der Einschlagstelle
 Verlauf: beide unauffällig

b) technische Probleme und Fehler

Bei einem Patienten mit einem Plasmocytom war ein Knochenstück von 5 cm Länge durch Tumorgewebe ersetzt. Um die entstehende Verkürzung möglichst gering zu

halten (2 cm), wurde viel Palakos verwendet. Postoperativ entstand eine Ulnarisparesse, da der Nerv dem Palakos anliegen musste.

7. Nachbehandlung

Die postoperative Fixation richtete sich nach den jeweiligen Angaben des Operateurs. Bis zur Wundheilung wurde wenigstens mit einer Mitella ruhiggestellt, wobei trotzdem Schulterübungen nach Redonentfernung vorgeschrieben wurden.

Tabelle 20: postoperative Fixation

Fixation	Anzahl Patienten	Dauer (Wo)
Schlinge	2 (10,5 %)	?
Desault-Verband	2 (10,5 %)	4/2
OA-Gipsschiene	3 (15,8 %)	1/4/2
keine Fixation	12 (63,2 %)	-

Wesentlich ist die Tatsache, dass 14 Patienten (73,7 %) mit einer Schlinge oder gar keiner Fixation auskamen. Die meisten Patienten erhielten postoperative Physiotherapie unter Anleitung.

8. Postoperativer Verlauf

a) Hospitalisationsdauer

Diese Angaben beziehen sich nur auf die Hospitalisation auf der chirurgischen Klinik B in Zürich. Der Durchschnitt betrug dabei 10 Tage (Minimum: 1 Tag, Maximum: 26 Tage).

b) postoperative Komplikationen

- 1 Patient (5,3 %) hatte eine sekundäre Ulnarisparese, da der Nerv dem verwendeten Palakos anlag (vgl. Kap. V/6b).
- 1 weiterer Patient (5,3 %) zeigte diskrete Zeichen einer Radialisparese, nachdem der Nerv bei der Operation aus Tumormassen befreit werden musste.
- Tod innerhalb eines Monats nach dem Eingriff (3 Fälle (15,8 %)).

Fall 1: M. Paget
Tod an akutem Herzversagen bei Bronchopneumonie am 10. postoperativen Tag (durch Sektion bestätigt)

Fall 2: Hypernephrom
Tod an einer Bronchopneumonie am 26 postoperativen Tag (durch Sektion bestätigt)

Fall 3: Plasmocytom
Tod an akutem Herzversagen am 8. postoperativen Tag (Sektionsbericht fehlt)

c) postoperative Beschwerden

Solche traten bei 4 Patienten (21 %) auf:

- Fall 1: Mammacarcinom
Starke Schmerzen in beiden Oberarmen bei multiplen Skeletmetastasen. Die Schmerzen bestanden bereits vor der Operation.
- Fall 2: Mammacarcinom
Starke Schmerzen und Bewegungseinschränkung in Schulter und Ellenbogen (Nagel steht nicht vor!) bei multiplen Skeletmetastasen.
- Fall 3: M. Paget
Schulterabduktion leicht eingeschränkt. Fraktur gut durchgebaut.
- Fall 4: M. Paget
Schulterbeweglichkeit leicht eingeschränkt. Patient ist nach 1 Jahr völlig beschwerdefrei.

9. Metallentfernung

Nur einem Patienten (5,3 %) wurde der Nagel entfernt. Der Eingriff erfolgte 17 Monate nach der Nagelung einer pathologischen Fraktur bei M. Paget. Die Beweglichkeit im Schultergelenk blieb einwandfrei.

10. Nachkontrolle

Es konnte lediglich der Patient, der wegen einer Knochencyste operiert worden war, nachkontrolliert werden. Die anderen Patienten waren verstorben.

Dieser heute 32-jährige Mann wurde 1963 am linken Humerus genagelt. Er hatte in der Nachkontrolle und auch früher nie irgendwelche Beschwerden verspürt und ist mit der Behandlung sehr zufrieden. Objektiv bestand in der Nachkontrolle keine Einschränkung der Schulter- und Ellenbogenbeweglichkeit.

VI. DISKUSSION

1. Humerusschaftfrakturen

a) Literaturvergleiche

Obwohl im allgemeinen bei richtiger konservativer Behandlung eine Oberarmschaftfraktur heilt, ist es für den Patienten und den Arzt angenehmer, in gewissen Fällen die Operation vorzuziehen (1). Erst 1977 beschrieb Sarmiento (27) eine neue, vielleicht angenehmere konservative Behandlungsmöglichkeit ("Functional Bracing") mit guten Resultaten, die für viele Schaftfrakturtypen am Humerus verwendet werden kann.

In Zürich wurde, bei strenger Indikationsstellung (vgl. Kap. II/2), 1962 die Methode der Küntscher Marknagelung eingeführt. Einige technische Modifikationen gegenüber der Küntscher'schen Originalschrift (13) wurden beschrieben (vgl. Kap. II/3).

Quer- und kurze Schrägfrakturen sind eigentlich für die meisten Autoren eine Operationsindikation, aber oft wird die Indikationenliste noch um Einiges ausgedehnt. Die in der Literatur beschriebenen Operationstechniken beschränken sich im wesentlichen auf die Bündelnagelung nach Hackethal und die Plattenosteosynthesen. Die Küntscher Marknagelung wird zum Teil

abgelehnt, da sie oft rotationsinstabil sei (18), viele Pseudarthrosen (15) und oft schlechte Schulterbeweglichkeiten ergebe (15). Ausserdem sei der Markkanal des Humerus ungünstig geformt für einen starren Nagel (5/9/30).

In Tabelle 21 werden die Komplikationen der eigenen Serie von 88 Küntscher Marknagelungen verschiedenen Angaben der Literatur über die Bündelnagelung und die Plattenosteosynthese gegenübergestellt.

Tabelle 21: Literaturvergleiche

Komplikationen	Plattenosteosynthese (12/22/30)	Bündelnagelung (5/6/15/24)	eigene Serie
Pseudarthrosen	4 - 7 %	0 - 3 %	1 %
Verzögerte Heilung	5 %	?	1 %
Osteitis	3 - 5 %	0 - 3 %	0
Sudeck-Dystrophie	2 - 3 %	1 %	1 %
Sekundäre Radialisparese (inkl. Metallentfernung)	10 -13 %	0 - 3 %	1 %
Schulterbeweglichkeit:			
gut	62 -75 %	60 -75 %	80 %
leicht reduziert	20 -25 %	25 -30 %	20 %
mittel reduziert	0 - 8 %	0 -10 %	0
stark reduziert	0 - 8 %	0 -10 %	0
Achsenfehlstellung	4 -10 %	1 - 3 %	0
Rotationsfehlstellung	1 %	1 - 3 %	3 %
Primäre Stabilität nach der Operation	?	93 %	80 %
Nagelwanderung	--	1 -10 %	2 %

Beim Vergleichen dieser Tabellen muss auf die unterschiedlichen Voraussetzungen der verschiedenen Autoren geachtet werden. Bei den Plattenosteosynthesen zum Beispiel sind leider teilweise Pseudarthrosen von Anfang an mitberücksichtigt worden.

Die Resultate unserer Behandlungsmethode sind erfreulich, wenn man bedenkt, dass 80 % der nachkontrollierten Patienten völlig beschwerdefrei wurden. Der einzige Patient, bei dem eine Pseudarthrose auftrat, wurde primär rotationsinstabil operiert, und erhielt postoperativ trotzdem nur eine Mitella. Vorsichtiger wäre ein Desault-Verband oder eine Gips-schiene gewesen. Der Corticaliskeil, der bei diesem Eingriff aus dem distalen Fragment herausgeschlagen wurde, ist sicher nicht als Ursache für das Entstehen dieser Pseudarthrose zu sehen.

Die Infektionsgefahr bei Marknagelungen scheint ganz allgemein gering zu sein.

b) Problematik der Methode

Die Probleme bei der beschriebenen Methode liegen bei der in 44 % der Fälle eingeschränkten und schmerzhaften Schultermotilität in den ersten Monaten nach dem Einschlagen des Nagels. Mit Physiotherapie gelingt es nur, diese Zahl auf 38 % zu

reduzieren. Es muss dabei betont werden, dass es sich bei den meisten Fällen um geringe Beschwerden handelt, trotzdem versucht man natürlich, diese durch die Nagelentfernung zu beheben. Das gelingt leider bei nur gut der Hälfte (57 %) dieser Patienten. Dazu kommt die Möglichkeit, dass die Materialentfernung ebenfalls Schwierigkeiten bereiten kann (11 %), was sich in einer langen Operationszeit (bis 130 Minuten) und einer eventuell bleibenden Störung der Schulterbeweglichkeit (3 %) äussern kann. Aus diesen Gründen lässt sich folgendes Vorgehen postulieren:

- Bei der Operation sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass der Nagelkopf etwas unter die Knorpeloberfläche versenkt wird.
- Wenn ein liegender Nagel keine Beschwerden verursacht, sollte er belassen werden, um einen weiteren, eventuell schädlichen Eingriff zu vermeiden.
- Verursacht ein Nagel Beschwerden, so muss er gelegentlich entfernt werden, wobei dies aber zeitlich nicht dringend ist. Primär sollte ein konservativer Behandlungsversuch gemacht werden. Werden die Beschwerden aber durch einen stark vorstehenden Nagelkopf verursacht, so muss bei geheilter Fraktur dieser Nagel sofort entfernt werden. Bei Frakturen noch ohne knöcherne Konsolidation ist es ratsam, den Nagel durch einen Zweiteingriff weiter einzuschlagen, damit der Nagelkopf versenkt wird.

Unter Punkt (b) taucht die Frage der Spätkomplikationen bei liegendem Nagel auf: wir sahen insgesamt zwei Frakturen mit Nagel in situ. Beide waren supracondylär unmittelbar unterhalb der Nagelspitze lokalisiert. Nach Materialentfernung konnten beide Frakturen problemlos konservativ behandelt werden. Ob der Nagel im Extremfalle eine Fraktur verschlimmern oder gar provozieren kann, bleibe dahingestellt.

Ueber die Langzeitverträglichkeit des Osteosynthesematerials lässt sich in unserer Arbeit nur berichten, dass alle Patienten mit Nagelliegezeiten bis zu 17 Jahren keine Beschwerden angaben. Auch scheint ein Nagel, der primär keine Beschwerden macht, später kaum solche zu verursachen (Ausnahme bei Nagelwanderung (2 %)). Zum jetzigen Zeitpunkt kann noch nicht untersucht werden, ob bei sehr langer Liegezeit eine Lockerung auftreten kann, die dann ihrerseits ein Nagelwandern provozieren könnte. Nach proximal scheint diese Möglichkeit aber gering zu sein, da dort der Nagelkopf mit einem Knochen-Knorpelbelag bedeckt ist. Auch gegen distal ist eine Wanderung unwahrscheinlich, da der Markkanal dort sehr eng wird.

Weiter sind die doch relativ häufigen Komplikationen während der Operation zu beachten (12,5 %). 82 % dieser Patienten sind aber später beschwerdefrei, so dass diese Komplikationen keinen Einfluss auf das Spätresultat haben, jedoch sicher die Heilungsdauer bis

zum Erreichen dieser Beschwerdefreiheit verlängern. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhange die Corticaliseinbrüche an der Einschlagstelle (5,7 %). Man kann sie verhindern, indem der Markkanal sehr weit proximal eröffnet wird (beachte hierbei die maximale Adduktion des Armes!), so dass der Nagel möglichst in der Achse des Humerus eingeschlagen werden kann.

Auf den wichtigsten technischen Fehler, dem ungenügenden Einschlagen des Nagels, wurde bereits aufmerksam gemacht im Zusammenhang mit dem Versenken des Nagelkopfes.

Der zu lange Nagel kann Sperren, Schulterbeschwerden verursachen oder die dünne Corticalis am distalen Humerusende durchschlagen. Der zu kurze Nagel stabilisiert ungenügend. Die Nageldicke soll in der Regel einen Millimeter dünner gewählt werden als die Ausbohrungsweite. Der zu dicke Nagel birgt die Gefahr der Knochensprengung, der zu dünne die der ungenügenden Stabilität (speziell Rotation!).

Bezüglich primärer Uebungsstabilität scheinen die Resultate der Bündelnagelung etwas besser zu sein (vgl. Tabelle 21). Vor allem die Rotationsstabilität kann bei der Küntscher-Marknagelung ungenügend sein (20 %). Dies ist dann der Fall, wenn die Fraktur nicht in Schaftmitte liegt oder wenn die Differenz zwischen Bohrung und Nageldicke mehr als einen

Millimeter beträgt. Falls der Operateur die operierte Fraktur als nicht-rotationsstabil beurteilt, muss die postoperative Fixation entsprechend angepasst werden. Eine Mitella genügt in diesen Fällen nicht; ein Desault-Verband oder eine Gipsschiene sind zu empfehlen, wobei die Schulterübungen nach Entfernung der Fixationen aber nicht vernachlässigt werden dürfen.

c) Radialispareesen

Mit primären Radialispareesen muss in 1,8 - 35,2 % aller Humerusfrakturen gerechnet werden (21). Unsere Serie wies 9 % auf, wobei 6,8 % total und 2,2 % unvollständig waren. Nach unserer Meinung ist die primäre Radialisparese keine Indikation zur offenen Revision, da die meisten Fälle innert zwei Monaten von selbst ausheilen (1). Nur der Verdacht auf Zerreissung des Nerus ist eine Operationsindikation. Diese Meinung konnte bestätigt werden, heilten doch sechs der acht primären Paresen unter konservativer Behandlung aus. Zwei Fälle wurden primär operiert, beide erfolgreich.

Bei einigen Autoren gilt die primäre Radialisparese als Operationsindikation (12, 18, 30, 32), andere befürworten die primär konservative Therapie (2, 17, 21, 28), die nach wenigen Monaten durch die Operation ersetzt wird, falls bis dann keine Zeichen der Reinnervation im Elektromyogramm (EMG) sichtbar werden (17, 21, 28).

Auch die sekundäre Radialisparese, die eine schlechtere Prognose hat als die primäre, wird bis zur vollständigen Knochenheilung konservativ behandelt (1). Als Ausnahme hat die zusätzliche Pseudarthrosebildung zu gelten. In unserem Krankengut trat eine sekundäre Radialisparese (1,1 %) nach einem schwierigen geschlossenen Repositionsmanöver einer sehr distal gelegenen Querfraktur (Grenzindikation) auf. Sie heilte konservativ innerhalb eines Jahres völlig aus. Zwei weitere sekundäre Paresen sahen wir zusammen mit Pseudarthrosen. Bei gleichzeitiger Spongiosaplastik wurde bei beiden Patienten eine Neurolyse durchgeführt. Einmal war der Nerv im Frakturspalt eingeklemmt, das andere Mal in Kallus und Narbengewebe eingemauert. Beide Paresen bildeten sich vollständig zurück.

Gesamthaft betrachtet ist die Marknagelung nach Küntscher bei speziellen Humerusfrakturen eine wertvolle Ergänzung anderer praktizierter Methoden. Bei richtiger Indikationsstellung, korrekter Technik und entsprechender Nachbehandlung sind die Ergebnisse ausgezeichnet und stehen denen der Bündelnagelung nach Hackethal in keiner Weise nach.

2. Humerusschaftpseudarthrosen

Die Pseudarthrose am Humerusschaft ist ein schwieriges Problem und stellt damit eine unangezweifelte Operationsindikation dar. Als Methoden der Wahl bieten sich wiederum die Plattenosteosynthese, die Bündelnagelung nach Hackethal und die Küntscher-Marknagelung, eventuell verbunden mit einer Spongiosaplastik, an (7, 12, 14, 20, 22, 23). Wir machten mit der Küntscher'schen Methode sehr gute Erfahrungen, können allerdings nur sechs Fälle überblicken. Die Operationstechnik war unterschiedlich, indem dreimal offen mit Spongiosa aus dem Beckenkamm und dreimal geschlossen operiert wurde. Prinzipiell wurde natürlich die gleiche Technik wie bei den frischen Frakturen angewendet und somit gilt das im ersten Kapitel dieses Abschnittes Gesagte auch für diese sechs Fälle.

Alle unsere Pseudarthrosen heilten ab, wobei bei zwei Fällen ein zweiter Eingriff nötig wurde: einmal wegen einer Nagelwanderung nach proximal und ein anderes Mal wegen einer Refraktur durch Sturz. Zwei Fälle zeigten in der Nachkontrolle eine leichte Einschränkung der Schulterbeweglichkeit, wobei diese wegen der langen Immobilisation zum Teil bereits vorbestanden hatte.

Wird dies mitberücksichtigt, kann die Küntscher'sche Methode bei Humerusschaftpseudarthrosen empfohlen werden, da auch in der Literatur über sehr gute Ergebnisse berichtet wird (17, 26). Die Komplikationen sind gering:

sekundäre Radialispareesen in 0 %, Infekte in 0 % und die Heilungschance liegt zwischen 77 und 100 %.

3. Pathologische Humerusschaftfrakturen

Insgesamt sind Humerusmetastasen ein seltenes Ereignis (19). Sie treten am häufigsten beim Mammacarcinom (19) und beim Plasmocytom auf. Erstaunlich bei unseren 19 beobachteten Fällen war das Auftreten von vier pathologischen Frakturen bei Morbus Paget.

Das Ziel der Behandlung war eine möglichst rasche postoperative Beschwerdefreiheit und Stabilität an der Frakturstelle. Zu diesem Zwecke wurde die Marknagelung nach Küntscher angewendet mit Aufbohren des Markkanals.

63 % unserer Fälle konnten geschlossen genagelt werden, während 37 % der Frakturen offen behandelt wurden, damit die ausgedehnten Metastasenzonen mit Palakos ausgefüllt werden konnten.

Operationskomplikationen traten in 21 % der Eingriffe auf. Sie entsprechen ungefähr denjenigen, die im ersten Kapitel dieses Abschnittes erwähnt worden sind. In einem Fall bewirkte eine Operationskomplikation eine postoperative Instabilität.

Das Ziel der primären Stabilität wurde leider in 20 % der Fälle nicht erreicht (10 % nach offener und 10 % nach geschlossener Operation), was bedeutet, dass der Arm noch mit anderen Hilfsmitteln stabilisiert werden musste.

In einem Fall (5 %) musste bei einem grossen Knochendefekt sehr viel Palakos verwendet werden, was eine postoperative Ulnarisparese bewirkte. Ein Radialisnerv, der aus Tumormassen befreit werden musste, zeigte später eine diskrete Restparese. Drei unserer Patienten (15 %) klagten über Gelenkbeschwerden an der operierten Extremität.

Leider konnte nur ein einziger Patient, der wegen einer frakturierten Knochencyste behandelt wurde, nachkontrolliert werden, so dass über den Verlauf dieser Behandlungen nichts Schlüssiges ausgesagt werden kann.

Wenn nur die postoperative Stabilität und Beschwerdefreiheit als Parameter des Behandlungserfolges gesetzt werden, so sieht unser Resultat mit zwölf beschwerdefreien Patienten bezüglich Humerus (63 %) nur mässig aus.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Im Jahre 1980 haben wir 88 Humerusschaftfrakturen, 6 Humerusschaftpseudarthrosen und 19 pathologische Humerusschaftfrakturen, die in den Jahren von 1963 bis 1978 auf der chirurgischen Universitätsklinik B in Zürich durch einen Marknagel nach Küntscher operativ behandelt wurden, ausgewertet.

Von diesen 113 Patienten konnten 72 (64 %) nach durchschnittlich zehn Jahren nachkontrolliert werden.

Der erste Teil der vorliegenden Arbeit befasst sich mit 88 reinen Humerusschaftfrakturen; beim grössten Teil handelte es sich um Quer- und kurze Schrägfrakturen. Die Marknagelung nach Küntscher mit Ausbohrung des Markkanals erwies sich bei strenger Handhabung der Indikationenliste, korrekter Technik und richtiger Nachbehandlung als sehr gute Therapie der Wahl. Unter Anwendung strengster Kriterien konnten 80 % der Resultate als sehr gut bezeichnet werden, während die restlichen 20 % nur leichte Beschwerden aufwiesen.

Die Komplikationsrate war gering, traten doch lediglich 1 Pseudarthrose (1 %) und 1 sekundäre Radialisparese (1 %) auf. Infekte konnten nicht beobachtet werden, während es einmal (1 %) zu einer verzögerten Frakturheilung und zweimal (3 %) zu einer geringen Rotationsfehlstellung kam.

Als Träger der meisten Beschwerden stand das Schultergelenk im Vordergrund.

Die Hauptprobleme der Behandlung liegen bei den relativ häufigen Beschwerden bei liegendem Nagel (ca. 40 %), die nur in ca. 60 % der Fälle nach Nagelentfernung verschwinden, den technischen Schwierigkeiten bei der Operation und der Frage der Indikation zur Materialentfernung. Die Extraktion des Nagels kann grosse Schwierigkeiten bereiten und Beschwerden nach sich ziehen (3 %). Der kosmetisch oft störenden Narbe (26 %) sollte mehr Beachtung geschenkt werden.

8 primäre Radialispareesen konnten beobachtet werden. 2 bedurften einer primär operativen Therapie, während 6 konservativ behandelt werden konnten. Die vollständige Rückbildung trat bei allen Fällen ein.

Der zweite Teil dieser Arbeit befasst sich mit sechs Pseudarthrosen, die alle mit dem gleichen Operationsverfahren nach Küntscher behandelt wurden. Die Konsolidation erfolgte in allen diesen Fällen. Nennenswerte Komplikationen konnten wir nicht beobachten.

Im dritten Teil geht es um 19 pathologische Frakturen, die hauptsächlich wegen metastasierendem Mammacarcinom, Plasmocytom und erstaunlicherweise Morbus Paget aufgetreten sind. Einige Komplikationen konnten beobachtet werden, und das Ziel der postoperativen Stabilität und Beschwerdefreiheit konnte nur bei 12 (63 %) der 19 Fälle erreicht werden.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Bandi, W. (1964) mit Diskussion von Buff H.U.
Indikationen und Technik der Osteosynthese am Humerus.
Helv. Chir. Acta 31, 89
- 2 Böhler, L. (1964) Gegen die operative Behandlung von frischen
Oberarmschaftbrüchen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 308, 465
- 3 Böhler, L. (1944) Technik der Knochenbruchbehandlung im Frieden
und im Kriege. Band 3: Die Marknagelung nach Küntscher.
9.-11. Aufl. Maudrich, Wien
- 4 Brug, E. (1977) Modell eines intramedullären Kompressions-
osteosynthese-Verfahrens für den Oberarm.
Fortschr. Med. 95(4), 239-44
- 5 Brug, E. (1975) Die operative Stabilisierung der Oberarmschaft-
frakturen mit dem Bündelnagel nach Hackethal.
Monatsschr. Unfallheilkd. 78(6), 245-53
- 6 Champetier, J. et al. (1975) Traitement des fractures de
l'humerus par "l'embrochage en bouquet".
J. Chir. (Paris) 109(1), 75-82
- 7 Christensen, N.O. (1976) Küntscher Intramedullary Reaming and
Nail Fixation for Nonunion of the Humerus.
Clin. Orthop. 116, 222-5
- 8 Decker, S. et al. (1977) Fehllindikationen bei Markraumosteosynthesen
an den oberen Gliedmassen. Unfallheilkd. 80(6), 257-60
- 9 Hackethal, K.H. (1961) Die Bündel Nagelung. Springer Verlag, Berlin
- 10 Knapp, U. et al. (1976) Indikation und Ergebnisse der Marknagelung.
Med. Welt 27(42), 1991-6
- 11 Kolesnikov, Ju.P. (1976) Estimation of the Results of Intra-
medullary Metallic Osteosynthesis of Diaphyseal Humeral
Fractures. Vestn. Khir. 117(8), 78-80
- 12 Koudsi, F. et al. (1977) Indikation und Ergebnisse der Platten-
osteosynthese bei Oberarmschaftbrüchen.
Hefte Unfallheilkd. 129, 396-400

- 13 Küntscher, G. & Maatz, R. (1945) Technik der Marknagelung.
G. Thieme, Leipzig
- 14 Loomer, R. et al. (1976) Non-Union in Fractures of the Humeral
Shaft. *Injury* 7(4), 274-8
- 15 Lusser, G.M. et al. (1977) Indikation und Ergebnisse der
Behandlung von Humerusschaftfrakturen mit der Bündelnagelung.
Hefte Unfallheilkd. 129, 110-5
- 16 Maurath, J. (1964) Physikalisch-mechanische Untersuchungen der
Stabilität der einzelnen Osteosyntheseverfahren bei Schaft-
frakturen. *Langenbecks Arch. klin. Chir.* 308, 477
- 17 Mockwitz, J. & Gottschalk, M. (1974) Oberarmschaftbrüche mit
Speichennervenläsionen. (Ergebnisse) *Hefte Unfallheilkd.* 117, 385-
- 18 Muhr, G. & Tscherne, H. & Zech, G. (1973) Konservative oder
operative Behandlung der Oberarmschaftbrüche.
Msschr. Unfallheilkd. 76, 128-37
- 19 Müller, W. et al. (1977) Indikation zur Behandlung pathologischer
Oberarmschaftfrakturen bei Tumoren und tumorähnlichen Befunden.
Hefte Unfallheilkd. 129, 400-2
- 20 Okhotsky, VP. et al. (1978) The Treatment of Non-Union and
Pseudarthrosis of the Long Bones with Thick Nails.
Injury 10(2), 92-8
- 21 Panitz, K. et al. (1975) Die Prognose von Nervenverletzungen
bei Humerusfrakturen. *Chirurg* 46, 392-4
- 22 Poeplau, P. et al. (1977) Ergebnisse operativ versorgter Oberarm-
frakturen und -pseudarthrosen. (Sammelstatistik aus 10
Kliniken) *Hefte Unfallheilkd.* 129, 104-6
- 23 Ranieri, L. et al. (1976) Non-Union of the Humerus after Internal
Fixation-Treatment by Intramedullary Nailing and Grafting.
Ital. J. Orthop. Traumatol. 2(1), 51-5
- 24 Rogez, JM. et al. (1978) Embrochage de l'humerus par voie interne
sus-epitrochléenne. A propos de 20 cas.
J. Chir. (Paris) 115(11), 605-8

- 25 Rush, L. (1957) Atlas der intramedullären Frakturfixation nach Rush; ein Behandlungssystem. Deutsche Uebersetzung von Gelbke H. Barth, J.A., München
- 26 Sanguinetti, C. et al. (1977) Inchiodamento a cielo chiuso delle fratture diafisarie. (Femore, Tibia, Omero, Ulna: Revisione di 213 casi.) Arch. Putti Chir. Organi. Mov. 28, 113-28
- 27 Sarmiento, A. et al. (1977) Functional Bracing of Fractures of the Shaft of the Humerus. J. Bone Surg. (Am) 59(5), 596-601
- 28 Sarvestani, M. & Samii, M. (1974) Zum Problem der Radialisläsion bei Oberarmschaftbrüchen. Unfallheilkd. 117, 381-5
- 29 Schvingt, E. et al. (1974) Le traitement des fractures diaphysaires de l'humerus par enclouage à foyer fermé selon Küntscher. (Série de 38 cas) Rev. Chir. Orthop. 60(1), 67-71
- 30 Schweiberer, L. et al. (1977) Plattenosteosynthese bei Oberarmschaftfrakturen. Unfallheilkd. 80, 231-5
- 31 Spak, J. (1978) Humeral Shaft Fractures. Treatment with a Simple Hand Sling. Acta Orthop. Scand. 49(3), 234-9
- 32 Vitek, L. (1974) Konservative oder operative Therapie bei Oberarmschaftbrüchen mit primärer Radiuslähmung. Aktuelle Chirurgie 9, 351

CURRICULUM VITAE

Am 16. Mai 1954 wurde ich in Zürich geboren. Mit meinen Eltern lebte ich in Dübendorf, wo ich die Primarschule besuchte. Die Matura vom Typus B legte ich 1973 an der Kantonsschule Zürcher Oberland ab.

Im selben Jahr begann ich das Medizinstudium in Zürich, welches ich 1979 mit dem Staatsexamen beendete.

